研究三组之3：支撑平台研发

3. 智能计算芯片与系统

面向各种人工智能应用对智能计算平台的共性需求，提出超越经典冯·诺依曼体系结构、适合非线性时空信息处理的新型体系结构和计算模型，研制超越传统计算机的智能计算系统，开发配套基础软件、系统软件和应用软件。构建涵盖高能效芯片、新型体系结构、高性能计算系统、操作系统和通用智能软件平台的自主技术链和相应的标准体系。

2020年目标：研制出性能和能效超越通用处理器百倍的神经网络处理器，研制达到国际先进水平的大规模智能计算系统，实现高速视觉感知等典型智能。

2025年目标：研制出性能和能效超越通用处理器千倍的神经网络处理器，形成成熟的智能计算体系结构，研制达到国际领先水平的大规模智能计算系统，实现超越灵长类视觉系统的智能系统。

2030年目标：研制出大规模通用智能处理器，建成超越人脑信息处理能力的智能计算系统，有效支撑新一代智能产业应用需求。

**任务1：神经网络处理器**

重点突破支持机器学习的通用智能处理器芯片设计，突破高度并行计算、海量数据吞吐、超低单片功耗、可扩展多片级联等技术难点，研发支持通用智能处理器特殊体系结构的相应支持软件设计，实现高性能、低功耗、易编程、多用途的神经网络处理器。

研制性能和能效比达到目前通用处理器主流水平千倍的神经网络通用处理器。支持前向数据驱动、递归数据驱动、后向数据驱动等多种数据流向，支持视频数据、音频数据以及其它多种类型的数据，支持主流的开源人工智能框架软件和典型的神经网络模型。分阶段支持CNN/DNN/MLP/RNN/LSTM等主流深度学习算法，向量内积、向量距离等十几种大类的机器学习算法以及贝叶斯网络等小样本机器学习算法。研究智能处理器体系结构，包括用机器学习方法进行参数设计和功耗评估的模拟器设计、大容量片上存储、硬件神经元映射复用技术、神经网络算法分块调度、超大规模神经网络算法和、多核互联扩展设计、容错低功耗物理设计、面向领域指令集设计、关键支撑软件库和神经网络算法优化等。开展基于通用智能处理器芯片的支持软件设计研究，突破海量信息智能处理、快速深度学习、计算储存一体化等关键技术，研发出适应智能应用需求，具有多模态智能计算能力的通用智能处理器芯片。

**任务2：新型感知芯片与系统**

感知是人类智能的基础，机器感知一直是传统人工智能的薄弱环节，模拟生物视、听、嗅、味、触等感知通道的信号处理和信息加工模型，研制新型感知芯片并进行系统实验和验证。

研制仿视网膜神经网络结构和机理的高灵敏、高动态、高保真仿视网膜视觉芯片，模拟生物视觉事件驱动、稀疏表示和异步传输等机理，提出适合脉冲神经网络的高效编码算法，研制“结构类脑，速度超脑”的高速视觉芯片；模拟多种生物（如灵长类、猫、响尾蛇等）的独特视觉机理，建立从复杂视频图像数据中快速搜索目标区域的计算理论、模型和算法，研发超高动态、超低延时、超高能效的感知处理一体化芯片，实现具备自适应、自学习能力的智能感知系统；研究生物听声通信和探测的基本机理，攻克网络模型建立、学习和训练方法、混叠信号发射和鉴别等关键技术，研究关键核心芯片，构建仿生听声通信和探测电子信息系统；研究模拟生物皮肤的高灵敏度触觉感知器件和芯片，构建主动接触和精细反馈的触觉传感器和电子皮肤。

**任务3：智能计算体系结构与系统**

提出超越经典冯·诺依曼体系结构、适合多尺度非线性时空信息处理的新型体系结构和相应的计算模型，研制超越传统计算机的智能计算系统，支持大规模脉冲神经网络的实时运行。

主要研究：提出高性能、高能效的智能计算硬件单元与互联体系，精确模拟包括脉冲神经网络在内的多种神经网络模型；提出高可扩展性的神经网络系统优化方案；制定感知数据、指令及其它数据的带有时空关联信息的输入方法与接口，支持实现高效的环境感知、指令与其它数据获取、运动、控制与反馈。类比冯诺伊曼计算机系统中的“指令集体系结构”，提出智能计算层面的“编程”微观功能单元及连接单元，设计灵活可重构的底层硬件单元与互联结构，支持“编程功能单元”及“编程连接单元”以不同的方式映射到底层硬件单元与互联结构，使同一套智能计算系统可根据现实需求实现多种神经网络结构，表现出多种能力与行为。研制智能计算高效抗干扰无线互联技术和聚合技术，构建具备全维度智能感知推理能力的智能机群，一方面提高整体处理能力，另一方面支持对分布传感数据的聚集、分析与利用。

**任务4：人工智能操作系统**

人工智能操作系统AIOS是智能计算系统上最重要的系统软件，支撑智能应用的运行。它一方面有效管理智能芯片中的硬件／神经网络资源及外部智能设备，充分发挥智能硬件的能力；另一方面对计算平台上的任务提供友好的智能抽象平台，支持智能系统面对的各种复杂及自主行为任务。

主要研究：完成AIOS的架构设计与实现，提出面向智能硬件及神经网络资源的抽象机制、层次结构与管理方法；针对复杂环境中的任务，设计新型的智能任务管理框架与算法，支持大量多种包含感知、记忆、学习、行为模式的任务的提交、执行、协作与信息反馈；设计有效的输入输出管理机制与应用接口，使系统和应用能够有效使用外部智能设备；基于高效抗干扰无线互联结构，提出智能机群的分布式任务分派、协作机制与分布式数据聚集和协同分析；建立智能计算公共模型、算法库和编程开发等生态环境，为上层智能应用提供丰富的、易使用的、能够充分发挥系统性能的应用开发接口API，探索以Boosting和GANs为代表的多种人工智能和机器学习方法以及群组智能模型在硬件平台上的映射；支持自主行为控制、知识获取、推理和智能进化的超低功耗与自供电智能软硬件系统协同机制，以视觉为例突破对碳基神经元群组的逐步替代。

**任务5：通用人工智能验证系统**

通过计算建模对认知任务下智能信息处理的多尺度、多功能区协同机制进行研究，提出以自主学习为核心的基于全神经网络和多功能区协同的认知计算模型，分阶段逐步实现具有不同认知能力（感知、联想、记忆、语言、推理、预测、注意等）的多功能区、多通道协同全神经网络认知计算模型，具有多模态协同感知、自主学习、概念理解与推理、泛化等能力，从而自主产生智能认知功能并不断自适应进化，逐步达到人类通用智能水平。

研究内容：以计算建模为核心，充分结合不同尺度的脑与认知科学数据与原理，在多尺度通过计算建模，实现视觉、听觉、语言、思维、动作等高度协同的认知计算模型；研究并实现基于多模态感知和自主学习的多尺度、多功能区协同计算模型，神经网络规模达到百亿神经元和十万亿突触连接；研究多模态协同感知和情感理解计算模型，提升机器跨模态、跨媒体分析推理效果；研究融合数据驱动和记忆、多层次语义及注意驱动的认知计算模型，具有多模态感知与融合、概念学习与泛化的能力。